ЗМ

УДК 004.942

Т.В. Мартыненко, Ю.И. Филатов, Н.И. Авджи
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Украина, 83050, г. Донецк, пр. 25-летия РККА, 1

Разработка модели прогнозирования поездного положения

T.V. Martinenko, Y.I. Filatov, N.I. Avdzhi
SHEE «Donetsk National Technical University», Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83050, c. Donetsk, 25-years of RKKA, 1

Development of Predictive Models of Train Position

Т.В. Мартиненко, Ю.І. Філатов, Н.І. Авджи
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. 25-річчя РККА, 1

Розробка моделі прогнозування поїзного положення

В статье проведен анализ теоретических основ задачи прогнозирования поездной работы. Разработана модель, которая позволяет учитывать перемещение поездов по полигону от станции отправления к станции назначения. Определена целевая функция, которая обеспечит выполнение перевозок с минимумом переработки.
Ключевые слова: график, математическая модель, поездное положение, прогнозирование, вагоночасы.

У статті проведено аналіз теоретичних основ задачі прогнозування поїзної роботи. Розроблена модель, яка дозволяє враховувати переміщення поїздів по полігону від станції відправлення до станції призначення. Визначена цільова функція, яка забезпечить виконання перевезень з мінімумом переробки.
Ключові слова: графік, математична модель, поїзне положення, прогнозування, вагоночаси.

The analysis of the theoretical foundations of the problem of forecasting has been showed. Developed a model that takes into account the movement of trains on range from the departure station to the destination station. Defined objective function, which will provide the transportation with a minimum of processing.
Key words: chart, mathematical model, train position, prognostication, carriage-clock.

Вступление

Общая постановка проблемы. Организация движения поездов и местной работы на поездоучастке в соответствии с нормативным графиком движения поездов, а также соблюдение безусловного уровня безопасности движения и обеспечение максимальной экономической эффективности является одной из важнейших задач перевозочного процесса. Для выполнения этой задачи оперативным работникам службы перевозок необходимо не только точно знать состояние подведомственного участка и направления, но и прогнозировать оперативную ситуацию на нем. Существующие системы прогнозирования поездного положения, такие как: МПЦ-У, АСДК, СМЕТ, Экспресс-УЗ и другие требуют необходимости усовершенствования компьютерной поддержки, прежде всего для организации перевозочного процесса, развития и внедрения современных информационных технологий. Данные системы разработаны на основе стохастических и детерминированных методов, на основе нейронных сетей и методов

Data Mininig [1]. Разработка математической модели для системы прогнозирования поездного положения обеспечит устойчивое положение железных дорог на рынке транспортных услуг за счет ускорения доставки грузов и пассажиров, а также снижения эксплуатационных расходов в связи с организацией железнодорожных перевозок на базе графика движения поездов. Разработка системы поддержки принятия решений позволит снизить эксплуатационные расходы железных дорог, связанные с продвижением поездов по участкам, возможности снижения штрафных выплат за несвоевременную доставку грузов и пассажиров, улучшит качественные показатели эксплуатационной работы.

Постановка задачи. Исследование задачи организации железнодорожных перевозок на основе информационных технологий и внедрения графика движения поездов разбито на подзадачи, комплексное решение которых способно обеспечить достижение поставленной цели, а именно: исследование проблемы организации железнодорожных перевозок с использованием информационных технологий; анализ основных факторов, влияющих на организацию поездной и местной работы на станциях, участках, полигонах сети; исследование оптимизационной модели эксплуатационной работы, обеспечивающей рациональный уровень качества перевозочного процесса; изучение технологии организации перевозок на основе твердого графика движения поездов, системы идентификации подвижного состава, методов планирования и управления.

Выбор конкретного решения определяется количественным расчётом, использованием данных о параметрах систем управления базами данных, равномерностью массивов данных при возможных вариантах агрегирования, обменами данных между уровнями запоминающих устройств компьютеров, между уровнями вычислительной сети.

Разработка математической модели. Перед нами стоит задача выбора таких параметров технологии, которые бы обеспечивали выполнение заданных объемов перевозок с высоким уровнем качества и минимальными расходами за некоторый заданный период планирования [2], [3].

Математическая модель формирования графика поездного положения обеспечит стабильную работу перевозочного процесса на станциях, участках и перегонах за счет твердого графика поездного положения, что позволит рационально загрузить техническое оснащение станций, перегонов, бригад [4].

Процесс планирования поездного положения может быть описан следующими управляющими параметрами:

$$П_{пп} = \left\{Г_р; П_{пас.п}; П_{пр.п}; П_{гр.п}; Н_{вр.сл}; Н_{вр.ст}; Н_в; К_п; К_{рез}; В_д; Н_м\right\},$$

где $Г_р$ – объём грузовых работ на станциях, перегонах и участках;

$П_{пас.п}$ – поток пассажирских поездов;

$П_{пр.п}$ – поток пригородных поездов;

$П_{гр.п}$ – поток грузовых поездов;

$Н_{вр.сл}$ – норматив времени следования по станциям, участкам и перегонам;

$Н_{вр.ст}$ – норматив времени стоянок на станциях, участках и перегонах;

$Н_в$ – наличие вагонов;

$К_п$ – коэффициент подвижности потоков;

$К_{рез}$ – количество резервных локомотивов;

$B_д$ – дополнительное время для поезда;

$H_м$ – норма минимального времени на перецепку вагонов.

На основании этих данных, критерием оптимальности решения задачи предлагается использовать минимум переработки поезда:

$$\sum_{ij} P_{ij} \cdot K_{ij} \to \min .$$

Выбор данной целевой функции обеспечит выполнение перевозок максимально эффективно по экономическим показателям [5].

Ограничения для поставленной задачи:

1. Затраты времени простоя на каждом участке (станции) должны быть минимальными:

$$T_{уч} = T_{пр.пас} + T_{пр.приг} + T_{разг} + T_{мест.раб} + T_{скр} ,$$

где $T_{пр.пас}$ – время на пропуск пассажирских и грузовых поездов, локомотивов, других подвижных единиц;

$T_{пр.приг}$ – время на пропуск пригородных поездов;

$T_{разг}$ – время на приём грузовых и пассажирских поездов на станции назначения;

$T_{мест.раб}$ – время на приём-отправление местных поездов с производством работы на станции;

$T_{скр}$ – время на скрещение поездов на однопутном участке.

2. Число поездов на участке должно быть меньше допустимого числа поездов:

$$n_{\max} = Уу\left[\frac{T_{тех} \cdot a_н}{Tp} - n_{пс}\varepsilon_{пс} - n_{приг}\varepsilon_{приг}\right],$$

где $У_у$ – допустимый уровень заполнения пропускной способности станции (участка);

$T_{тех}$ – продолжительность технологического окна;

$a_н$ – коэффициент, который учитывает потери пропускной способности участков из-за ненадёжности технических средств;

$T_р$ – период графика на ограничивающем перегоне;

$n_{пс,} n_{приг}$ – число пар соответственно пассажирских и пригородных поездов;

$\varepsilon_{пс}$ – коэффициент съема пассажирского поезда;

$\varepsilon_{приг}$ – коэффициент съёма пригородного поезда.

3. Пассажир (груз) должен быть доставлен в срок:

$$\sum П_н \cdot T \le Tдост ,$$

где $П_н$ – пункт назначения;

T – время хода поезда;

$T_{дост}$ – время доставки.

Структура полигона выглядит следующим образом: $\Pi = \{\Pi_i\}$ и может принимать значение 1, если между станциями А и Б существует перегон, и 0, если между станциями А и Б нет перегона. Полигон также описывается временем хода между станциями (участками, перегонами), а именно $T = \{T_i\}$, и данная функция может принимать значение 0, если перегона между станциями не существует и значение больше 0, если есть перегон между станциями, а следовательно, есть время хода.

Каждому перегону соответствует вариант реализации поступивших заявок на перевозку. Это соответствие можно представить $З = \{З_{ijtl}\}$, где значение равно 1, если заявка *l* отправляется со станции *i* по маршруту следования на станцию *j* в момент времени *t* и значение равно 0, если заявка *l* не отправляется.

С учетом данных факторов можно построить график движения поездов, который позволит обеспечить доставку пассажиров (груза) с максимальной скоростью полносоставным поездом с минимумом переработки.

Выводы

В статье была решена задача организации железнодорожных перевозок на основе информационных технологий и разработаны формализованные постановки задач оптимизации технологических решений при внедрении «твёрдых ниток» графика движения поездов, сформулирована и теоретически обоснована совокупность научных положений и методов, направленных на решение проблемы организации железнодорожных перевозок в условиях глобальной реализации информационных технологий на основе внедрения «твёрдых ниток» графика движения поездов.

Литература

1. Бородин А.Ф. Автоматизированные центры управления местной работой / А.Ф. Бородин, А.А. Москалев, Е.В. Прилепин // Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 6. – С. 35-40.
2. Шапкин И.Н. Организация железнодорожных перевозок на основе дискретных методов управления и твёрдого графика движения поездов / И.Н. Шапкин // Транспорт. Наука, техника, управление : научный информационный сборник. – М. : ВИНИТИ, 2008. – С. 2-8.
3. Шапкин И.Н. Грузовым поездам – жесткий график / И.Н. Шапкин, А.И. Щелоков // Железнодорожный транспорт. – 1998. – № 9. – С. 2-5.
4. Угрюмов А.К. Неравномерность движения поездов / Угрюмов А.К. – М. : Транспорт. – 1968. – 112 с.
5. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах : [учебник для вузов ж.-д. транспорта] / [Гапанович В.А., А.А. Грачев и др. ; под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева]. – М. : Маршрут, 2006. – 544 с.
6. Кузнецов Г.А. Реализация, учет и анализ выполнения / Г.А. Кузнецов, Ф.А. Шевелев // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 8. – С. 22-26.
7. Кутыркин А.В. Разработка моделей и алгоритмов решения функциональных задач управления транспортными системами и производством: дис. … на соискание ученой степени доктора технических наук / Кутыркин А.В. – Москва, 2004. – 378 с.
8. Левин Д.Ю. Диспетчерские центры и технология оперативного управления перевозочным процессом / Левин Д.Ю. – М. : Маршрут, 2005. – 759 с.
9. Пазойский Ю.О. Математическая модель оптимизации пассажирских перевозок в дальнем сообщении / Ю.О. Пазойский, Д.В. Глазков // Вестник ВНИИЖТ. – 2004. – № 2. – С. 46-47.

Literature

1. Borodin A.F. Automated control centers in local work / A.F. Borodin, A.A. Moskalev, E.V. Prilepin // Rail. – 2004. – № 6. – S. 35-40.
2. Shapkin I.N. Organization of railway transport based on discrete management and solid traffic schedule / I.N. Shapkin // Transport. Science, technology and management: scientific information collection. – Moscow : VINITI, 2008. – P. 2-8.

3. Shapkin I.N. Freight train – hard schedule / I.N. Shapkin, A.I. Shchelokov // Rail transport. – 1998. – № 9. – P. 2-5.
4. Ugryumov A.K. Frequency of trains / Ugryumov A.K. – M . : Transport, 1968. – 112 s.
5. Gapanovich V.A. Automation and information technology management in transportation on railways : textbook for Universities railroad Transport / [V.A. Gapanovich, A.A. Grachev and others]. – M . : Route, 2006. – 544 s.
6. Kuznetsov G.A. Implementation, reporting and analysis of performance / G.A. Kuznetsov, F.A. Shevelev // Rail transport. – 2005. – № 8. – P. 22-26.
7. Kutyrkin A.V. Development of models and algorithms for functional tasks management of transport systems and production : dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / A.V. Kutyrkin. – Moscow, 2004. – 378 p.
8. Levin D. Call centers and technology operations of transportation process / Levin D. – M. : Route, 2005. – 759 s.
9. Pazoysky Y.O., Mathematical model of optimization of passenger transport in the far post / Y.O. Pazoysky, D.V. Eyelets // Bulletin VNIIZhT. – 2004. – № 2. – P. 46-47.

T.V. Martinenko, Y.I. Filatov, N.I. Avdzhi

Development of Predictive Models of Train Position

The problem of the organization of the transportation process is currently quite topical. Of operatives required knowledge of the state of the site and the ability to predict the situation on him. Development of a mathematical model of the system and decision support system will help reduce the operating costs of railroads. Model for the formation of «hard yarn» graphics provide stability of the train at stations and landfills by uniform gasket thread schedule. Ensuring uniformity gives direct and indirect economic effects. This article described the characteristics required for effective planning of train position, based on which we can construct a schedule of trains, designed objective function, which is focused on the use of minimum hours of downtime wagon train.

Статья поступила в редакцию 04.01.2013.